

Влияние газофлюсовой обработки расплава на структуру и свойства отливок из алюминиевых сплавов

Приведены результаты исследований по влиянию разных способов газофлюсовой обработки сплавов на структуру и свойства отливок.

Ключевые слова: сплав, газофлюсовая обработка, продувка расплава, холодная и плазменная струя, дисковый активатор, размер зерна, структура и свойства отливок

Качественные литые изделия могут быть получены путем наиболее эффективной обработки сплавов, позволяющей интенсифицировать взаимодействие газовых, жидких и твердых фаз с расплавом. С учетом этого, разработаны процессы рафинирования и модифицирования сплавов, основанные на глубинной обработке расплава холодными или высокотемпературными реагентами. В работе показано влияние разных способов газофлюсовой обработки металла на структуру и свойства алюминиевых отливок.

Исследования проводили на алюминиевых сплавах АК 7 (ДСТУ 2839-94), для плавки которых использовали чушку одной партии. Сплавы обрабатывали разными способами. В жидкий металл замешивали колокольчиком расплавленный флюс (%мас.: 35 NaCl; 25 KCl; 30 NaF; 10 Na₃AlF₆) в количестве 0,3 % от массы сплава. Такое же количество флюса предварительно вводили колокольчиком в сплавы и продували их одной плазменной или 3-мя скоростными арговыми струями. Холодный аргон при скоростной продувке сплавов подавали в глубину металла через три горизонтальные сопла (рис.1, а) под избыточным давлением в фуре 0,35 МПа. Также в расплав замешивали аргон вращающимся (400-420 об/мин) активатором, выполненным в виде диска с диаметральными пазами глубиной 2 мм на нижней поверхности (рис.1, б). Кроме этих способов сплав продували смесью высокотемпературного аргона с парами флюса.

Газофлюсовую обработку сплавов массой 60 кг проводили при постоянной температуре ~720 °С в печи сопротивления, а дисковым активатором – в индукционной установке на базе ИСТ-016. Продувку сплавов холодными или плазменными струями осуществляли в течение 8 мин при одина-

ковым (~7,5 л/мин) расходе аргона. После каждого способа обработки металл выстаивали 12 мин в печи и заливали его в кокили.

В процессе обработки активатором сплав вблизи диска получает вращательное движение и перемещается в радиальном направлении, а в жидком металле над диском образуется воронка (рис.1, б). С момента, когда воронка достигает диска и его поверхность освобождается от металла, в глубину ванны из печной атмосферы поступает аргон и дробится на пузырьки. В образующиеся пузырьки аргона переходит из расплава водород и вместе с ним выносятся на поверхность ванны. При этом из сплава удаляются также оксидные включения за счет флотации их газовыми

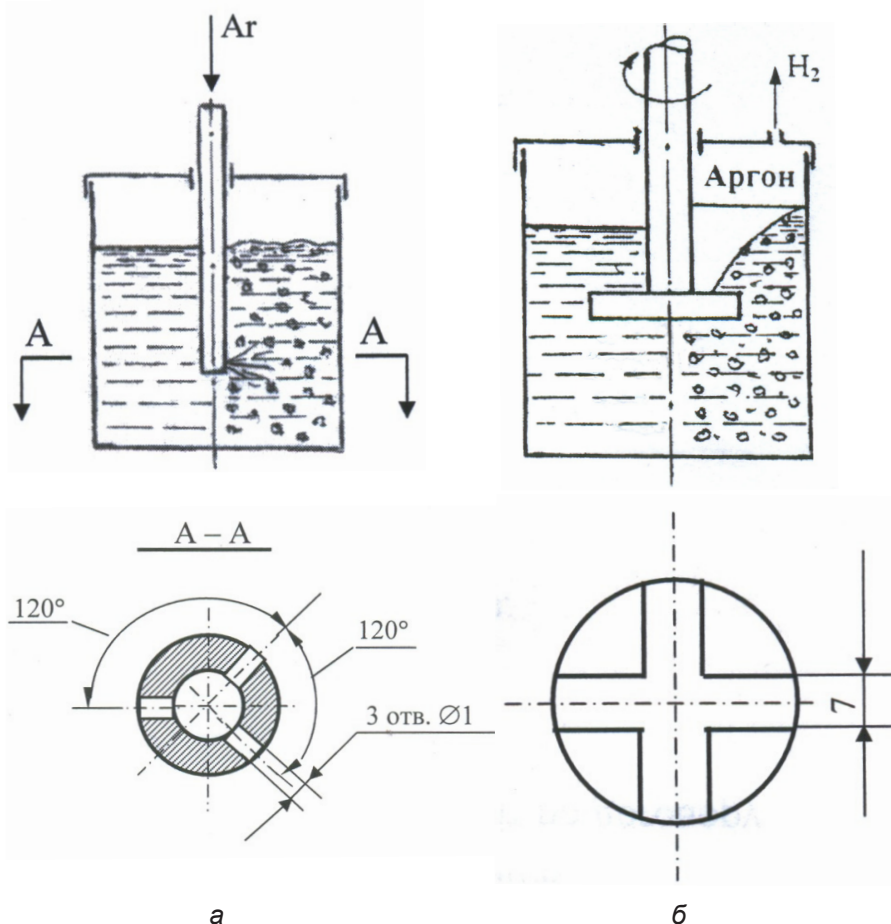


Рис. 1. Схемы обработки жидкого металла: а – скоростными струями аргона (исходное положение); б – дисковым активатором (при рафинировании)

пузырьками. На поверхности металла газовые пузырьки разрушаются и водород из них, плотность которого в 20 раз меньше аргона, поднимается вверх и уходит через отводящую трубку в атмосферу. Нагретый до температуры металла аргон при этом остается над ванной и замешивается активатором в расплав повторно. При многократном замешивании аргона интенсифицируется массоперенос водорода из расплава в пузырьки нагретого газа, меньше охлаждается металл при рафинировании. Высокотемпературную смесь аргона с парами флюса вводили в расплав плазмотроном (рис. 2). В прикатодную зону засыпали 0,05 кг флюса, включали плазмотрон и погружали его в расплав. В процессе обработки сплава флюс нагревался плазменной дугой и испарялся. Пары флюса вместе с высокотемпературным аргоном поступали в расплав через боковые отверстия и сопло во вставке 5 (рис. 2) со скоростью более 250 м/с. В результате этого плазмопаровая смесь диспергировалась с образованием в жидкометаллической ванне развитой поверхности взаимодействия фаз.

Газофлюсовые воздействия на расплав, в зависимости от способа обработки, оказывают разное влияние на структуру и свойства сплавов (таблица). После обычного флюсования расплава (вариант 2) средний размер зерна в закристаллизованном сплаве уменьшается на 35 % (от 2,6 до 1,7 мм). Предел прочности на разрыв литого металла при этом увеличивается на 10 %, пластичность – на 35 по сравнению с исходным сплавом. Незначительные изменения в структуре сплавов после такой обработки можно объяснить неравномерным распределением

в расплаве флюса при замешивании его колокольчиком. Это подтверждается тем, что после продувки скоростными струями аргона предварительно флюсованного металла (вариант 4) степень диспергирования структуры в сплаве выше (размер зерна уменьшается в 2 раза) по сравнению с обработкой его только флюсом.

При продувке расплава без флюса скоростными струями газа (вариант 3) также, как и при замешивании в него аргона активатором (вариант 5), структура сплавов становится более дисперсной. Средний размер зерна в отливках при этом уменьшается от 2,6 до 1,9-2,0 мм (на 23-26 %) и повышаются прочностные характеристики сплава (σ_b – на 4,5-6 %, δ – на 40-43). После обработки флюсованного расплава этими же способами (варианты 4 и 6) размер зерна в сплавах уменьшается до 1,3-1,4 мм. В результате этого и за счет эффективного рафинирования сплавов σ_b литого металла увеличивается на 18-20 %, δ – на 61-68.

Значительное влияние на структуру в отливках оказывают плазмореагентные воздействия на сплавы. Так, после продувки плазменной струей флюсованного металла (вариант 7) диспергируются и равномерно распределяются в сплаве все структурные составляющие (рис. 3, б). Средний размер

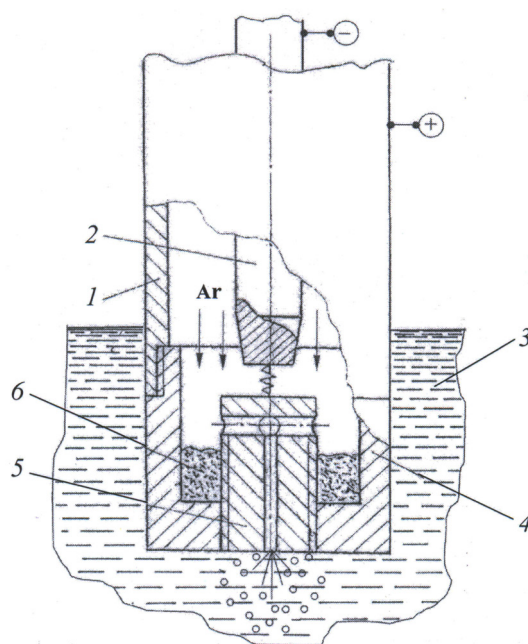
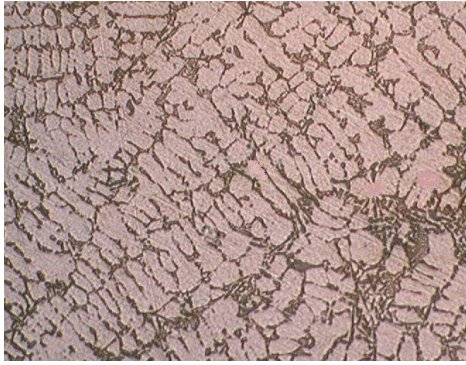


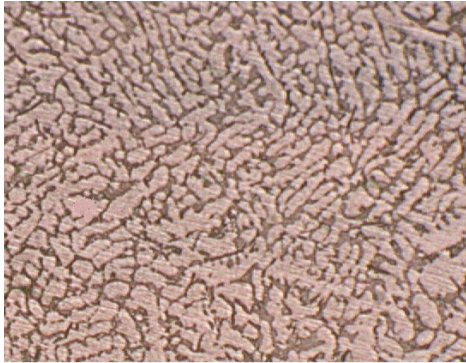
Рис. 2. Схема обработки сплавов плазменной струей с парами флюса: 1 – корпус; 2 – подвижный электрод; 3 – жидкий металл; 4 – анод; 5 – сменная вставка; 6 – флюс

Прочностные характеристики отливок из сплава АК7, обработанного разными способами

Вариант обработки	Способ рафинирования сплава	Средний размер зерна в отливке, мм	Механические свойства отливки	
			σ_b , МПа	δ , %
1	Без обработки	2,6	167	1,6
2	Флюсование расплава колокольчиком	1,7	182	3,1
3	Скоростными струями аргона (расплав без флюса)	1,9	178	2,8
4	Скоростными струями аргона (расплав с флюсом)	1,3	204	4,2
5	Замешивание аргона активатором в расплав без флюса	2,0	175	2,7
6	Замешивание аргона активатором в флюсованный расплав	1,4	210	5,0
7	Плазменной струей (расплав с флюсом)	1,1	223	5,6
8	Плазменной струей с парами флюса	0,6	236	6,8



а



б



в

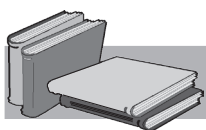
Рис. 3. Влияние плазменной обработки расплава на микроструктуру (X100) сплава АК7: а – до обработки; б – плазменной струей аргона; в – плазменной струей с парами флюса

зерна в отливках при этом уменьшается до 1,1 мм, а прочность сплава повышается на 25 %, δ – на 70 % и более (табл.)

При продувке сплава высокотемпературной парогазовой смесью (вариант 8) плазмотроном испаряли 50 г флюса. В расплав при этом поступало 16,7 г паров натрия, что составляет 0,028 % от массы сплава. Такое количество введенного в сплав натрия почти в 2 раза меньше нижнего предела (0,05 %), который рекомендуют для эффективного модифицирования силуминов [1, 2]. Несмотря на это, обработка расплава плазменной струей обеспечивает достаточно высокую степень диспергирования структуры в сплаве (рис. 3, в), в результате которого средний размер зерна в отливках уменьшается в 4,0-4,5 раза (до 0,6 мм). Формирование мелкозернистой структуры в сплаве при такой обработке происходит за счет комплексного термокинетического воздействия на расплав плазменной струи и паров модификатора. После продувки металла плазменной струей с парами флюса повышаются предел прочности на разрыв сплавов на 30 %, относительное удлинение – в 4,2-4,3 раза.

Выводы

Структура и свойства отливок зависят от способа газофлюсовой обработки алюминиевых расплавов. После скоростной продувки аргоном или замешивания его в флюсованный металл дисковым активатором прочность отливок повышается на 10-13 %, относительное удлинение – на 26-38 %. Плазмореагентная обработка расплава позволяет увеличить σ_b отливок на 18-23 %, δ – в 1,8-2,2 раза по сравнению с обычным флюсованием сплавов колокольчиком.



ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев М. В. Модифицирование структуры металлов и сплавов. – М.: Metallurgy, 1964. – 214 с.
2. Боом Е. А. Природа модифицирования сплавов типа силумин. – М.: Там же, 1972. – 367 с.

Анотація

Найдек В. Л., Нарівський А. В., Піонтковська Н. С., Федоров В. В.
Вплив газофлюсової обробки розплаву на структуру та властивості відливок з алюмінієвих сплавів

Наведено результати досліджень впливу різних способів газофлюсової обробки сплавів на структуру та властивості відливок.

Ключові слова

сплав, газофлюсова обробка, продувка розплаву, холодний та плазмовий струмінь, дисковий активатор, розмір зерна, структура та властивості відливок

Summary

Naydek V. L., Narivskiy A. V., Piontkovska N. S., Fedorov V. V.

Effect of gas-flux treatment of the melt on the structure and properties of castings from aluminium alloys

The results of investigation concerns the effect of different methods of the gas-flux treatment of alloys on the structure and properties of castings were presented.

Keywords

alloy, gas-flux treatment, melt blowing, cold and plasma jet, disc activator, grain size, structure and properties of castings

Поступила 26.08.14

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ И ПОДПИСЧИКОВ!

Порядок приёма статей в редакцию журнала

«Металл и литьё Украины»

В журнале «Металл и литьё Украины» публикуются результаты исследований, которые ранее не издавались и законченные экспериментальные работы, оформленные в виде статей.

Статьи публикуются на русском языке.

Комплект документов, необходимых для регистрации статьи:

На бумаге подаются/присылаются:

- *один экземпляр рукописи (включая: УДК; организацию; ФИО авторов, резюме и ключевые слова (не меньше 6-ти) на 3-х языках – русском, украинском и английском; текст статьи; таблицы; рисунки и подписи к ним, а также список литературы), пронумерованной с первой до последней страницы и подписанной на последней странице текста всеми авторами, а также электронный вариант статьи;*
- *рецензия на статью и соглашение о передаче авторских прав, подписанное всеми авторами*
- *сведения об авторах (ФИО – полностью)*

В электронном виде по e-mail: mlu@ptima.kiev.ua предоставляются:

- *рукопись, идентичная бумажной версии (просьба называть файл по фамилии первого автора статьи, например, [sidorov.doc](#) или [Сидоров.doc](#));*
- *все иллюстрации в черно-белом варианте в одном из стандартных графических форматов «tif» или «jpeg»;*
- *информация об авторах: фамилии, имена и отчества всех авторов, выделив одного из них, с кем следует вести переписку, факс и номер телефона (с кодом), а также названия учреждений, в которых выполнена работа.*